
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2003/2004
*First Semester Examination
2003/2004 Academic Session*

September/Oktober
September/October

ESA 481/3 – Rekabentuk Kapal Angkasa
(Spacecraft Design)

Masa : 3 jam
Hour : [3 hours]

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES:

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH** mukasurat bercetak dan **TUJUH** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.
Please ensure that this paper contains SEVEN printed pages and SEVEN questions before you begin examination.

Jawab **LIMA** soalan sahaja
DUA soalan daripada Bahagian A dan **DUA** soalan daripada Bahagian B. Pilih **SATU** soalan daripada mana-mana bahagian.
*Answer FIVE questions only.
TWO questions from section A and TWO questions from section B. Choose ONE questions from any section.*

Calon boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Sekiranya calon ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris, sekurang-kurangnya satu soalan perlu dijawab dalam Bahasa Malaysia.

Student may answer all the questions in Bahasa Malaysia. If you want to answer in English, at least one question must be answered in Bahasa Malaysia.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.
Each questions must begin from a new page.

BAHAGIAN A : (Soalan 1 – 3)*Part A (Question 1 – 3)*

- S1. [a] Takrifkan dan senaraikan objektif-objektif kejuruteraan sistem

Define and list the objectives of system engineering.

(20 markah/marks)

- [b] Lakarkan carta pembahagian fasa proses rekabentuk preskriptif 5 aras dan senaraikan masukan dan keluaran pada setiap fasa.

Draw the 5-stage prescriptive design process phase division chart and list the input and output of each phase.

(30 markah/marks)

- [c] Sebuah subsistem yang mengandungi sebuah piromekanisma yang mengandungi katrij berkembar dan satu pencabut pin, setiap satu mempunyai keboleharapan masing-masing 0.9995 dan 0.9996 bertanggungjawab untuk menyusun atur panel suria sebuah satelit melalui satu alat perhubung yang melemahkan keboleharapan mekanisma tersebut sebanyak 10%. Apakah perubahan keboleharapan jika subsistem susun atur tersebut mengandungi satu piromekanisma berlebihan untuk membuat kerja yang sama?

A subsystem that contains a pyromechanism consisting of dual cartridges and a pin puller, each of which has a reliability of 0.9995 and 0.9996, respectively, is responsible to deploy the solar panel of a spacecraft via a connection clevis which downgrades the reliability of the mechanism by 10%. What is the change in reliability if the deployment subsystem has one redundant pyromechanisms to do the same work?

(50 markah/marks)

- S2. [a] Huraikan keberkesanan kos sesebuah sistem. Bincangkan secara teliti konsep ini secara menggunakan liputan permukaan rekabentuk yang tidak dipengaruhi.

Describe a cost-effective system. Elaborate this concept by using the enveloping surface of non-dominated designs.

(20 markah/marks)

- [b] Senaraikan proses-proses untuk menggambarkan sifat sesebuah misi angkasa. Terangkan bagaimana seseorang jurutera sistem menganalisa sesebuah misi.

List the processes of characterizing a space mission. Explain how a system engineer evaluates a mission.

(30 markah/marks)

- [c] Sebuah kapal angkasa dilancarkan ke orbit pindah geopegun (GTO) melalui sebuah kenderaan pelancar Arian IV di Kompleks Angkasa Guiana. Pelancar tersebut memasukkan kapal angkasa tersebut bersama-sama sebuah kenderaan pengangkut SPORT ke dalam GTO pada kecerunan 7.0° dengan ketinggian perigi 200 km dan apogi 35,786km. Kelajuan orbit di apogi orbit pindah adalah bersamaan 1.597 km/s (untuk orbit pindah daripada 200 km orbit singgah permulaan). Pembulatan orbit geopegun (GEO) dan pertukaran satah orbit kepada ke orbit khatulistiwa dilakukan oleh pengangkut SPORT dengan dedenytentu (Isp) 3100 s. Jisim kapal angkasa selepas perpisahan daripada pelancar ialah 4200 kg.

- i. Tentukan tokokan halaju yang diperlukan di apogi untuk membulatkan orbit dan membuang sudut kecerunan.
- ii. Kirakan jisim bahan dorongan yang diperlukan untuk pergerakan tersebut.

A spacecraft is launched into geostationary transfer orbit (GTO) via a an Ariane IV launch vehicle at Guiana Space Center. The launcher injects the spacecraft along with a transport vehicle SPORT into GTO at an inclination of 7.0° with perigee of 200 km, and apogee altitude of 35,786km. Orbital velocity in apogee of transfer orbit is equal 1.597 km/s (for transfer orbit from 200 km initial parking orbit). The circularization of the geostationary orbit (GEO) and changing the plane of the orbit to equatorial are performed by the transporter having specific impulse (Isp) of 3100 s. Spacecraft mass after separation from launch vehicle is 4200 kg.

- i. *Determine the velocity increment required at apogee to circularize the orbit and remove the inclination.*
- ii. *Calculate the propellant mass required for these maneuvers.*

(50 markah/marks)

- S3. [a] Takrifkan secara teliti proses-proses bersangkutan pengurusan rekabentuk kejuruteraan.

Define in detail the processes related to engineering design management.

(20 markah/marks)

[b] Terdapat beberapa peringkat proses rekabentuk untuk mengenalpasti kejituan sesuatu rekabentuk. Soalan berkenaan kejituan sesuatu rekabentuk boleh dikumpulkan di dalam kumpulan kerja rekabentuk yang berasingan. Kenalpasti proses rekabentuk yang bersesuaian dengan soalan-soalan berikut berkenaan rekabentuk sebuah kapal angkasa komunikasi:

- i. Apakah berat beban bayar maksimum yang dibenarkan?
- ii. Berapakah ruang kekosongan di dalam kapasiti reraut untuk menempatkan antena pasang atur?
- iii. Berapa tinggikah paras keyakinan yang mesti dicapai untuk memasang alat piroteknik?
- iv. Berapakah bilangan dan apakah jenis pengguna yang perlu diberi oleh satelit.
- v. Adakah cara alternatif untuk mengelakkan pertembungan dengan sampah angkasa?
- vi. Kapal angkasa perlu diletakkan di orbit rendah atau di orbit geo?
- vii. Berapakah ketinggian gandaan yang perlu diberikan oleh transponder untuk merendahkan kadar kelemahan akibat hujan?
- viii. Apakah kadar resolusi angkasa maksimum yang diberikan oleh teleskop?
- ix. Adakah rekabentuk tersebut bersedia untuk ujian penerbangan?
- x. Frekuensi tabii struktur utama mesti kurang daripada frekuensi tabii pelancar.

There exist a few stages of design process before a sound design can be concluded. Questions pertaining the soundness of a design can then be clustered into separate design-tasks. Identify the design process that matches the following set of questions about the design of a communication satellite:

- i. *What is the maximum allowable payload weight?*
- ii. *How much overhead clearance within the allotted fairing for deployable antenna storage?*
- iii. *How high a confidence level should a pyrotechnic device attain before installation?*
- iv. *How many and what kind of end-users should the satellite provide?*
- v. *Is there an alternative method to avoid contact with space debris?*
- vi. *Should the spacecraft be placed on LEO or GEO?*
- vii. *How much gain should the transponders provide to minimize rain attenuation?*
- viii. *What is the maximum spatial resolution provided by the telescope?*
- ix. *Is the design ready for flight test?*
- x. *The natural frequency of the main structure should be less than the launcher's natural frequency.*

(30 markah/marks)

- [c] Senaraikan kesan dan peraturan secara kasar (nilaikan) kepada setiap pemandu konfigurasi kapal angkasa yang berikut:

- i. Berat beban bayar
- ii. Saiz dan bentuk beban bayar
- iii. Kuasa beban bayar
- iv. Berat kapal angkasa
- v. Kuasa kapal angkasa
- vi. Keluasan tatasusunan panel suria
- vii. Diameter penggalak
- viii. Keperluan pengarahan

List the effects and rule of thumb (quantify) to each of the following spacecraft configuration drivers:

- i. *Payload weight*
- ii. *Payload size and shape*
- iii. *Payload power*
- iv. *Spacecraft weight*
- v. *Spacecraft power*
- vi. *Solar array area*
- vii. *Booster diameter*
- viii. *Pointing requirements*

(50 markah/marks)

BAHAGIAN B : (Soalan 4 –7)

Part B (Question 4 – 7)

- S4. [a] Menteri Pertahanan Malaysia sedang merancang untuk menggunakan satelit pencerapan bumi bagi membolehkan pengawasan berterusan dapat dilakukan terhadap Malaysia untuk tujuan keselamatan. Pada pendapat anda, apakah jenis buruj satelit atau penerbangan formasi satelit yang patut Kementerian Pertahanan (MOD) laksanakan dalam sistem satelit mereka. Huraikan jawapan anda dengan jelas dan anda patut anggarkan bilangan satelit yang perlu digunakan.

Malaysia Ministry of Defense (MOD) are planning to have observation satellites for continuous monitoring over Malaysian territory for security purpose. In your opinion, what kind of satellite constellation or formation flight MOD should implement to their satellite system. Describe your answer in detail and you should estimate the number of satellite need to be used.

(40 markah/marks)

- [b] Huraikan maksud integrasi satelit, verifikasi satelit dan hubungan antaranya.

Describe the meaning of satellite integration, satellite verification and the relationship between them.

(30 markah/marks)

- [c] Kebanyakan kegagalan dalam satelit semasa ia sedang operasi dikelaskan kepada berlaku secara rawak atau ditentukan. Senarai dan huraikan kegagalan yang diklasifikasikan dalam penyebab-penyebab tersebut.

Most failures in a satellite during operation are classified as either random or assigned cause. List and describe the failures classified under this causes.

(30 markah/marks)

- S5. [a] Semasa proses merekabentuk dan pembangunan beban bayar satelit, beberapa pemilihan subjek perlu dilakukan. Dengan menggunakan contoh beban bayar penderiaan jauh atau telekomunikasi, huraikan maksud pemilihan subjek.

During the process of satellite payload design and development, some subject trades has to be done. Using an example, either remote sensing or telecommunication payload, describe the meaning of subject trades

(40 markah/marks)

- [b] Terangkan tiga kaedah asas yang digunakan dalam pembangunan model kos di dalam sesuatu program angkasa lepas.

Explain the three basic techniques used to develop cost models in a space program.

(30 markah/marks)

- [c] Dengan menggunakan gambarajah, bincangkan sekurang-kurangnya dua model kebolehpercayaan yang boleh diaplikasikan dalam sesuatu kapal angkasa.

Using diagrams, discuss at least two reliability models applicable to a spacecraft.

(30 markah/marks)

- S6. [a] Anda perlu merekabentuk sebuah beban bayar satelit untuk tujuan penderiaan jauh, senarai dan terangkan secara ringkas langkah-langkah yang perlu anda pertimbangkan untuk merekabentuk beban bayar tersebut.

You have to design a remote sensing payload, list and briefly explain the steps you have to consider to define the payload.

(40 markah/marks)

- [b] Apakah impak beban bayar satelit penderiaan jauh dalam merekabentuk sesebuah satelit.

What are the impacts of remote sensing payload on the spacecraft design

(30 markah/marks)

- [c] Dengan menggunakan gambarajah, terangkan dua jenis penerbangan formasi satelit berikut;

- i. Ketua pengikut dan
- ii. Jejak Bumi sama

By means of diagrams, describe the two types of satellite formation flying;

- i. *Leader follower and*
- ii. *Same ground track*

(30 markah/marks)

- S7. [a] Apakah kepentingan verifikasi satelit? Terangkan secara ringkas komponen verifikasi satelit di bawah.

- i. Ujikaji persekitaran
- ii. Ujikaji mekanikal
- iii. Ujikaji termal

What is the importance of satellite verification? Briefly describe the components of satellite verification stated below.

- i. *Environmental test*
- ii. *Mechanical test*
- iii. *Thermal test*

(40 markah/marks)

- [b] Senarai dan terangkan proses pemilihan sistem kenderaan pelancar satelit.

List and describe the satellite launch system selection process.

(30 markah/marks)

- [c] Dengan menggunakan gambarajah, terangkan sekurang-kurangnya tiga konfigurasi antena yang selalu digunakan dalam sesebuah sistem satelit.

By means of diagram, describe at least 3 common antenna configurations used in satellite systems.

(30 markah/marks)